



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CAMPUS II – AREIA – PB
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE AGRONOMIA

JOÃO MARQUES PEREIRA NETO

**DESEMPENHO AGRONÔMICO DA CANA-DE-AÇÚCAR (*Saccharum officinarum*)
EM RESPOSTA A ADUBAÇÃO NITROGENADA E POTÁSSICA**

**AREIA, PB
Outubro - 2019**

JOÃO MARQUES PEREIRA NETO

**DESEMPENHO AGRONÔMICO DA CANA-DE-AÇÚCAR (*Saccharum officinarum*)
EM RESPOSTA A ADUBAÇÃO NITROGENADA E POTÁSSICA**

Trabalho de graduação apresentado à
Coordenação do Curso de Agronomia, do
Centro de Ciências Agrárias, da Universidade
Federal da Paraíba, em cumprimento às
exigências para obtenção do título de
Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Prof. Dr. Adailson Pereira de
Souza

**AREIA, PB
Outubro – 2019**

Catálogo na publicação
Seção de Catálogo e Classificação

N469d Pereira Neto, Joao Marques.
Desempenho agrônômico da Cana-de-Açúcar (*Saccharum officinarum*) em resposta à adubação nitrogenada e potássica. / Joao Marques Pereira Neto. - Areia, 2019.
39 f. : il.

Orientação: Adailson Pereira Souza Souza.
Monografia (Graduação) - UFPB/CCA.

1. Cloreto de potássio. 2. Nutrição mineral. 3. Poaceae. 4. Ureia. I. Souza, Adailson Pereira Souza.
II. Título.

UFPB/CCA-AREIA

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
COORDENAÇÃO DO CURSO DE AGRONOMIA

DEFESA DO TRABALHO DE GRADUAÇÃO


Aprovada em 21/10/2019.


“DESEMPENHO AGRONÔMICO DA CANA-DE-AÇÚCAR (*Saccharum Officinarum*) EM RESPOSTA À ADUBAÇÃO NITROGENADA E POTÁSSICA”


Autor: **JOÃO MARQUES PEREIRA NETO**

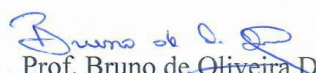
Banca Examinadora:


Prof. Dr. Adailson Pereira de Souza
Orientador


Prof. Dr. Manoel Bandeira de Albuquerque
Examinador – DFCA/CCA/UFPB


Prof. Dr. Fábio Mielezski
Examinador – DFCA/CCA/UFPB


José Darwin Diaz Sanchez Neto
Secretário da SIAG


Prof. Bruno de Oliveira Dias
Coordenador do Curso
Prof. Bruno de Oliveira Dias
Coordenador Agronomia - CCA/UFPB
Mat. SIAPE 1974814

A Deus por ser a base de tudo.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus e segundo aos meus pais, Firmino Pereira da Silva e Carmen Aenetania Marques Pereira, pelo amor incondicional e por serem os pilares que mantiveram firme minha caminhada em busca desse sonho.

A minha noiva, Rayssa Nunes da Mota Nascimento por todo carinho e compreensão durante essa jornada.

Ao professor Adailson Pereira de Souza pela paciência, incentivo, companheirismo e disponibilidade em todos os momentos de orientação. A Helton pelo auxílio durante a realização desse trabalho, além da grande contribuição em todos os momentos de dificuldade.

Agradeço aos colegas de curso, especialmente a Glauco pelo apoio durante o curso e divisão de momentos bons e ruins. A todos os meus amigos que construí nessa caminhada da vida em especial Allan pela amizade em todos os momentos.

RESUMO

JOÃO MARQUES PEREIRA NETO. Desempenho agrônômico da cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*) em resposta à adubação nitrogenada e potássica. Areia – PB, Centro de Ciências Agrárias. Universidade Federal da Paraíba. Outubro de 2019. 30 p. il. Trabalho de Conclusão de Curso. Curso de Graduação em Agronomia. Orientador: Prof. Dr. Adailson Pereira de Souza

A cultura da cana-de-açúcar tem se consolidado como uma das principais matérias-primas para a produção de bioenergia, além da importância já estabelecida para a produção de açúcar. Com a produção de bioenergia, diversos questionamentos surgem em relação ao manejo e uso de insumos, sendo o uso de nitrogênio (N) um dos principais tópicos que vêm sendo discutidos. Diferenças na resposta ao N e potássio (K), em função dos ciclos da cultura, têm exigido dos produtores precisão cada vez maior na escolha das doses a serem usadas na adubação o que, com o surgimento de variedades mais produtivas, tem exigido a necessidade de mais estudos relacionados ao tema. Diante disso, o trabalho objetivou avaliar a resposta da cultura da cana-de-açúcar às diferentes doses de nitrogênio e potássio. O experimento foi conduzido na área experimental Chã-de-Jardim pertencente ao Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba (UFPB). O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, com 11 tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos foram dispostos conforme a matriz de Plan Puebla III, consistindo da combinação de cinco doses de N, na forma de ureia (6,75; 40,5; 67,5; 94,5 e 128,25 kg ha⁻¹) e cinco doses de K na forma de cloreto de potássio (9; 54; 90; 126 e 171 kg ha⁻¹), acrescido de um tratamento adicional (sem adubação). Os sulcos foram abertos a 0,3 m de profundidade, com distância entre sulcos de 1,0 m. Após a abertura dos sulcos foram distribuídas as mudas de tal forma a obter 15 gemas viáveis por metro linear. Estas foram cobertas com uma camada de 0,1 m de solo. O fósforo (P) foi aplicado em dose única no fundo do sulco, juntamente com o tratamento correspondente a dose de N e K, antes da disposição das mudas. Avaliou-se a biomassa radicular, produção total e estado nutricional da cultura em diferentes épocas. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância com desdobramento dos efeitos quantitativos em componentes de regressão, segundo sua significância pelo teste F. A adubação nitrogenada e potássica influenciaram no desempenho fisiológico da cana-de-açúcar, onde as doses de 67,5 + K₂O 90 kg ha⁻¹; 6,75 + K₂O 54 kg ha⁻¹ e 40,5 + K₂O 9 kg ha⁻¹ de nitrogênio e potássio, respectivamente, foram as que melhor incrementaram o crescimento das plantas e a biomassa radicular. A máxima produtividade da cana-de-açúcar (94.425,48 kg ha⁻¹) foi atingida quando as plantas foram adubadas com 63 kg ha⁻¹ de potássio e 128,25 kg ha⁻¹ de nitrogênio. No que se refere aos anos (ciclos) de avaliação da cana-de-açúcar, constatou-se que as plantas adubadas com nitrogênio e potássio apresentaram maior produtividade do que às não adubadas. No Brejo Paraibano é viável economicamente manter o canavial até o terceiro ciclo de produção na cana não adubada e quarto ciclo na cana adubada.

Palavras-Chave: Cloreto de potássio, Nutrição mineral, Poaceae, Ureia.

ABSTRACT

JOÃO MARQUES PEREIRA NETO. Agronomic performance of sugarcane (*Saccharum officinarum*) in response to nitrogen and potassium fertilization. Areia – PB, Centro de Ciências Agrárias. Universidade Federal da Paraíba. October 2019. 30p. il. Work of conclusion, graduation in Agronomy. Undergraduate Course in Agronomy. Advisor: Prof. Dr. Adailson Pereira de Souza

Sugarcane cultivation has been consolidated as one of the main raw materials for bioenergy production, in addition to the importance already established for sugar production. With bioenergy production, several questions arise regarding the management and use of inputs, being the use of nitrogen (N) one of the main topics that have been discussed. Differences in response to N and potassium (K) as a function of crop cycles have required producers to be increasingly precise in choosing the doses to be used for fertilization, which, with the emergence of more productive varieties, has required more studies related to the theme. Therefore, this study aimed to evaluate the response of sugarcane crop to different doses of nitrogen and potassium. The experiment was carried out in the experimental area Garden Chã belonging to the Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba (UFPB). The experimental design was randomized blocks with 11 treatments and four replications. The treatments were arranged according to Plan Puebla III matrix, consisting of the combination of five doses of N in the form of urea (6.75; 40.5; 67.5; 94.5 and 128.25 kg ha⁻¹) and five doses of K in the form of potassium chloride (9; 54; 90; 126 and 171 kg ha⁻¹) plus additional treatment (without fertilization). The furrows were opened at 0.3 m depth, with 1.0 m distance between furrows. After opening the furrows, the seedlings were distributed in such a way as to obtain 15 viable buds per linear meter. These were covered with a 0.1 m layer of soil. Phosphorus (P) was applied in a single dose at the bottom of the furrow, along with the treatment corresponding to the N and K dose, before seedling disposal. Root biomass, total yield and crop nutritional status were evaluated at different times. The obtained data were submitted to the analysis of variance with unfolding of the quantitative effects in regression components, according to their significance by the F test. Nitrogen and potassium fertilization influenced the physiological performance of sugarcane, where the doses of 67.5 + K₂O 90 kg ha⁻¹; 6.75 + K₂O 54 kg ha⁻¹ and 40.5 + K₂O 9 kg ha⁻¹ of nitrogen and potassium, respectively, were the ones that best increased plant growth and root biomass. The maximum sugarcane yield (94,425.48 kg ha⁻¹) was reached when the plants were fertilized with 63 kg ha⁻¹ potassium and 128.25 kg ha⁻¹ nitrogen. Regarding the years (cycles) of sugarcane evaluation, it was found that plants fertilized with nitrogen and potassium presented higher productivity than those not fertilized. In Brejo Paraibano it is economically viable to maintain sugarcane until the third cycle of production in unfertilized sugarcane and fourth cycle in fertilized sugarcane.

Keywords: Potassium chloride, Mineral nutrition, Poaceae, Urea.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	2
2. REVISÃO DE LITERATURA	4
2.1. Aspectos gerais da cana-de-açúcar.....	4
2.2. Cenário socioeconômico da cana-de-açúcar.....	5
2.3. Adubação nitrogenada.....	6
2.4. Adubação potássica.....	8
3. MATERIAIS E MÉTODOS	10
3.1. Localização da Área Experimental.....	10
3.2. Instalação e condução do experimento.....	11
3.3. Variáveis analisadas.....	12
3.3.1. Biomassa radicular.....	12
3.3.2. Amostragem Nutricional.....	13
3.3.3. Produção.....	13
3.3.4. Receita Líquida.....	13
3.4. Análise estatística.....	13
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	14
5. CONCLUSÕES.....	22
6. REFERÊNCIAS	23
ANEXOS	31

1. INTRODUÇÃO

A cana-de-açúcar (*Saccharum spp L.*), é uma das mais importantes culturas do agronegócio brasileiro (CRISPIM et al., 2014), sendo considerada uma das principais comódites (“commodities”) agrícolas. É típica de climas tropical e ou subtropical, com alto potencial na indústria por ser a principal matéria-prima para a fabricação de açúcar e etanol, o que lhe torna de extrema importância no aumento da renda, na geração de empregos, no desenvolvimento (CAMARGO et al., 2010; KIRUBAKARAN et al., 2013; SILVA et al., 2014) e no recolhimento de tributos (ASPLAN, 2014).

Segundo IBGE (2019), a área nacional plantada pela cultura da cana-de-açúcar em 2018 foi de 10.231.828 ha, com uma produção de 674.178.718 t. O nordeste corresponde a 10,18 % dessa área com uma produção de 49.153.863 t. Neste cenário, a Paraíba foi o terceiro estado do nordeste de maior participação apresentando 1,31% da área nacional plantada com produção de 5.535.979 t. A baixa participação da região nordeste na produção nacional, bem como sua baixa produtividade (47,20 t ha⁻¹), indica que há carência de aporte tecnológico, elemento este essencial para que o setor sucroalcooleiro possa atender às crescentes necessidades do mercado agroenergético (ANDRADE JUNIOR et al., 2012).

Durante décadas, a cana-de-açúcar foi citada como a causadora de grandes impactos no meio ambiente. No entanto, atualmente com o emprego de novas tecnologias no campo de produção como irrigação com vinhaça; novas variedades; manejo adequado do solo; uso de resíduos agroindustriais; aplicação racional de adubos e corretivos; adubação verde e orgânica; rotação de cultura; controle biológico; e a utilização do sistema de plantio direto têm se apresentado como alternativas potencializadoras do aumento expressivo da produtividade em algumas regiões do país (CARNEIRO et al., 2004a; SOARES et al., 2008; LEITE et al., 2011).

Dentro de um sistema de produção a adubação é uma prática que está relacionada diretamente com o desempenho agrônômico da cultura, devido fornecer nutrientes em quantidades adequadas e equilibradas, principalmente os nutrientes nitrogênio e potássio por serem estes absorvidos e exigidos em quantidades elevadas para o crescimento e desenvolvimento da cultura (FERREIRA et al., 2019).

O nitrogênio é um nutriente fundamental na composição de várias biomoléculas, que se encontra no trifosfato de adenosina (ATP), na clorofila, nas proteínas e em diversas enzimas. Este nutriente é também o precursor da auxina e do etileno, que por sua vez são

hormônios importantes para os vegetais (TAIZ, 2017). Quando o nitrogênio é absorvido pela planta ele é incorporado na forma de aminoácidos, e ao se acumular nos tecidos vegetais favorece o crescimento foliar e consequentemente resulta em uma maior superfície capaz de realizar fotossíntese (DECHEN; NACHTIGALL, 2007).

No que se refere ao potássio verifica-se sua participação em muitos processos fisiológicos, que incluem a fotossíntese, o equilíbrio entre os cátions e ânions, a entrada e saída de água no tecido vegetal, transporte de elétrons, regulação osmótica e síntese proteica (OOSTERHUIS et al., 2014).

A falta de nitrogênio (N) disponível no solo, juntamente com a de potássio (K), podem causar grande impacto sobre a produtividade da cana-de-açúcar. O K é o elemento exportado em maior quantidade, principalmente pela cana-soca e, quando aplicado em solos arenosos, pode ser lixiviado com relativa facilidade (KORNDORFER; OLIVEIRA, 2005). Logo, o conhecimento do efeito das doses de nutrientes que maximizam a produtividade econômica da cultura, principalmente o nitrogênio e o potássio, baseia-se na adubação convencional via solo (ANDRADE JÚNIOR et al., 2012).

Levando em consideração a importância sócio-econômica da cultura da cana-de-açúcar para o estado da Paraíba, a importância da nutrição nitrogenada e potássica na produtividade e nos atributos de qualidade da cana e, principalmente, a possibilidade de se dispor de alternativas para estabelecer recomendações de fertilizantes mais criteriosas, julga-se necessário e importante a realização de pesquisas sobre adubação e nutrição mineral nas microrregiões produtoras do Estado da Paraíba. Neste contexto, objetivou-se avaliar desempenho da cultura da cana-de-açúcar às diferentes doses de nitrogênio e potássio.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Aspectos gerais da cana-de-açúcar

Pertencente à família Poaceae, a cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) é uma gramínea que tem como centro de origem a Polinésia, já suas espécies foram disseminadas por todo o Sudeste Asiático, o que favoreceu o surgimento de um moderno centro de diversidade de cana-de-açúcar em Papua Nova Guiné e Java na Indonésia (CHEAVEGATTI-GIANOTTO et al., 2011).

A planta é formada por uma parte aérea, que por sua vez é composta pelo ápice, que contém a gema apical, por colmos, onde se encontra as gemas laterais, pelas folhas, inflorescências em espigas e os frutos, já na parte subterrânea estão às raízes e rizomas. Outra característica relevante da cana-de-açúcar é a sua capacidade de alto perfilhamento, ou seja, esta planta é capaz de produzir ramos a partir das gemas laterais. (SILVA; SILVA, 2012).

O ciclo da cana-de-açúcar se estende por cinco ou seis anos, no entanto, o primeiro ciclo é denominado de ciclo da cana-planta, enquanto que os demais ciclos são os ciclos das soqueiras ou ciclos das socas. Apesar da longa duração do ciclo desta cultura a produtividade reduz a cada ciclo, sendo, portanto, necessário a renovação do canavial no final de todos os ciclos (BARROS; MILAN, 2010; SILVA; SILVA, 2012).

Os processos fisiológicos da cana-de-açúcar variam em função do estágio de desenvolvimento da espécie e do seu ciclo, no entanto, compreende aproximadamente 30 a 60 dias de brotação, já o perfilhamento dura em torno de 60 a 90 dias, o crescimento de 180 a 210 dias e a maturação dura em média 60 a 90 dias (DINARDO-MIRANDA et al., 2010; JADOSKI et al., 2010).

A propagação da cana-de-açúcar em cultivos comerciais ocorre de forma assexuada, por meio de partes vegetativas (toletes) maduras, que contenha uma ou mais gemas, o qual após o seu plantio, se dispuser de condições favoráveis como disponibilidade hídrica, pode-se dar início ao processo de ativação das enzimas e hormônios que regulam a divisão celular (DINARDO-MIRANDA et al., 2010; JADOSKI et al., 2010).

No que se refere ao sistema radicular da cana-de-açúcar Vasconcellos & Garcia, (2005) e Ohashi, (2014), relataram que quando está no primeiro ciclo (cana-planta), as raízes exploram com maior intensidade as camadas superficiais do solo, onde 60% delas fixam-se na profundidade de 20 a 30 cm e aproximadamente 85% estão até 50 cm, no entanto existe uma variação nestes dados, em função da cultivar que esta sendo cultivada.

O florescimento da cana-de-açúcar ocorre quando a planta atinge uma maturação relativa de desenvolvimento, processo este ocasionado pela interação de fatores como fotoperíodo adequado (12,5 horas e no mínimo 10 dias ininterruptos), a temperatura do ar (18 a 32 °C), a umidade, a radiação solar e a fertilidade do solo. Logo, a interação de todos estes fatores pode aumentar, manter ou prevenir o processo de transformação do ápice da cana-de-açúcar de crescimento vegetativo para o reprodutivo (ARALDI et al., 2010; SILVA et al., 2010; CTC, 2015).

Os fatores ambientais influenciam em todo o ciclo da cultura, afetando a qualidade e a quantidade da produção, porém as exigências climáticas da cana-de-açúcar são variáveis em decorrência da sua fase fenológica, portanto, a máxima produção pode ser atingida quando apresenta clima quente e úmido, com alta intensidade de radiação solar durante o crescimento da cultura com posterior restrição hídrica e ou térmica, a fim de estimular o armazenamento de sacarose nos colmos (CINTRA et al., 2008; MARIN et al., 2009; CARDOZO; SENTELHAS, 2013).

Conforme Doorenbos e Kassam (2000) a exigência hídrica da cana-de-açúcar está entre 1500 a 2500 mm, distribuídos de forma uniforme durante todo o seu desenvolvimento. A umidade do solo pode interferir em todas as fases fenológicas da cana-de-açúcar, devido a água contribuir nos processos bioquímicos que visam a ativação das brotações e consequentemente influenciando no número de perfilhos e no acúmulo de fitomassa (MARIN et al., 2009). Em contrapartida, o déficit hídrico pode prejudicar ou impedir esses processos (ANDRÉ et al., 2010).

O estágio de maturação da cana-de-açúcar ocorre simultaneamente ao intenso crescimento dos colmos, sobreviventes do perfilhamento da touceira, onde o excesso de açúcar permanece armazenado na base do colmo, portanto, quando a cultura atinge uma altura de dois metros ou superior, ocorre o amarelecimento e consequentemente seca das folhas que estão na região mediana da touceira caracterizando que está sendo depositado açúcar naquela região (BATISTA, 2013).

2.2. Cenário socioeconômico da cana-de-açúcar

O Brasil é o maior produtor mundial de cana-de-açúcar e líder de exportação, responsável por mais de 50% dos produtos derivados que são comercializados no mundo, dentre eles, açúcar e etanol (CORDEIRO JÚNIOR et al., 2019).

No comparativo de safras 2018 e estimativa de safra 2019 segundo os dados do IBGE (2019), a área de produção em 2018 foi de 9.230.770 ha, com redução de 2,7% para a

safrá 2019, correspondente a 8.980.530 ha de área, em relação a produção canavieira em 2018 foi de 674.178.718 toneladas reduzindo 1,4% ao tempo que a estimativa para 2019 corresponde a 664.895.784 toneladas, em contrapartida o rendimento médio para a safra 2019 é esperado incremento de 1,4% gerando 74.037 kg ha⁻¹ enquanto que em 2018 o rendimento foi de 73.036 kg ha⁻¹.

De acordo com CEPEA (2019) a produção de cana-de-açúcar no Nordeste deverá atingir 45,6 milhões de toneladas na safra 2018/19, equivalente a incremento de 10,8% em relação à anterior. Espera-se aumento de 12,8% na produtividade, passando de 48,85 t ha⁻¹ para 55,12 t ha⁻¹. A produção de açúcar em 2019 no Nordeste é estimada em 2.569,7 mil toneladas o que remete elevação de 3,5%.

O estado nordestino responsável pela maior produção é Alagoas o qual é esperado produção de 13.646 mil toneladas de cana-de-açúcar em 2019, seguido por Pernambuco com 10.819 mil toneladas, a Paraíba estima-se uma produção de 5.829 mil toneladas, sendo 15,8 % destinado à fabricação de açúcar e 84,2 % para a produção de etanol (CONAB, 2019). O setor paraibano canavieiro concentra oito usinas produtoras de cana-de-açúcar, sendo as maiores produtoras nos municípios de Pedra de Fogo, Mamanguape, Rio Tinto, Santa Rita e Sapé, empregando em época de safra entre 30 e 40 mil trabalhadores, sendo fonte geradora de emprego e renda e, conseqüentemente, desenvolvimento (ASPLAN, 2019).

Apesar da cana-de-açúcar ter grande expressividade na economia regional, dados recentes das safras indicam redução na produção. Tais resultados apontam para o esgotamento dos solos nas regiões produtoras, o que torna urgente o estudo de estratégias que mantenham a produção.

Dentre as diversas propostas o uso adequado de fertilizantes, em especial os nitrogenados e potássicos, apresentam-se como os de resposta mais imediata a atual conjuntura, visto serem os elementos mais exigidos pela cultura e proporcionar rápida lucratividade para os produtores.

2.3. Adubação nitrogenada

O nitrogênio (N) é absorvido em maior quantidade nas formas minerais de nitrato e amônio desempenha na planta função de componente estrutural de macromoléculas e constituinte de enzimas, assim como do pigmento fotossintético (clorofila), também atua como precursor de hormônios vegetais, dentre eles, triptofano do AIA e metionina do etileno (MALAVOLTA, 2006). Quando é absorvido como amônio ou nitrato, é assimilado em

aminoácidos nas raízes e translocado no interior da planta como nitrato ou aminoácidos (HAWKESFORD et al., 2012).

Na cultura da cana-de-açúcar, o nitrogênio é o segundo elemento mais exigido, onde a extração é cerca de 100 a 300 kg ha⁻¹ de nitrogênio para a produção de 100 kg ha⁻¹ de colmos (FRANCO et al., 2008), 50 % dessa extração é exportada para os colmos (CANTARELLA; ROSSETTO 2014). A deficiência de nitrogênio na cana-de-açúcar geralmente apresenta clorose nas folhas mais velhas tornando-se verde clara ou amareladas, redução no crescimento da planta, as pontas foliares podem ficar necróticas, os caules finos e atrofiados e diminuição no perfilhamento e massa radicular (SANTOS; BORÉM, 2016)

Aproximadamente 60 % do fertilizante à base de N aplicado nos canaviais no Brasil é recuperado por plantas e solos, enquanto o restante do nitrogênio é perdido por lixiviação e para a atmosfera (OTTO et al., 2016). Logo, a alta exigência por nitrogênio não resulta em altas taxas de retenção de fertilizantes minerais aplicados (SANTOS et al., 2019). Outro aspecto é que apesar da essencialidade de nitrogênio, a resposta à adubação nitrogenada em cana-planta é menos frequente que a observada nas soqueiras (SCHULTZ et al., 2015). Sendo necessário estudos referentes a quantidade desse nutriente a ser aplicado na cana-planta e soqueira, visto que, varia o efeito em função de épocas de aplicação, tipos de solo, fatores climáticos e entre outros aspectos.

Nessa perspectiva alguns trabalhos avaliam o efeito da adubação nitrogenada no desempenho agrônômico da cana-de-açúcar. Cunha et al. (2016) ao estudarem rendimento da cana-de-açúcar submetida a adubação nitrogenada constataram que a fertirrigação com nitrogênio promoveu maior crescimento vegetativo da cana-de-soca, principalmente nos períodos de 270, 300 e 330 dias.

Ao tempo que Nascimento et al. (2018) ao avaliarem a produtividade de colmos, os parâmetros tecnológicos de qualidade e o rendimento de açúcar e álcool no primeiro ciclo de cana-planta, em resposta à aplicação de N e K₂O em fertirrigação por gotejamento subsuperficial observaram que a máxima produtividade de colmos foi obtida com a aplicação de 180 kg ha⁻¹ N e 60 kg ha⁻¹ K₂O e que os rendimentos de açúcar e álcool aumentaram com a aplicação de adubação nitrogenada acima de 120 kg ha⁻¹. No estudo realizado por Castro et al. (2014) a produtividade da cana-de-açúcar incrementou 21 % ao se aplicar 130 kg ha⁻¹ de N.

Observa-se que a resposta na a adubação nitrogenada na produtividade da cana-de-açúcar varia em função de tipos de solo, épocas de plantio e que esse elemento é essencial no crescimento e consequentemente produção da cultura, sendo importante estudar como e

quanto aplicar no canavial para proporcionar alta produtividade e pequenas perdas por lixiviação na cana-planta e soqueiras.

2.4. Adubação Potássica

O suprimento adequado de nutrientes é uma prática primordial, em todo o ciclo da cultura, ou seja, desde o estágio de plântula até a colheita, favorecendo o sucesso de qualquer vegetal, permitindo-o o seu máximo desenvolvimento e aumenta a sua absorção (FREITAS et al., 2017; AULAR; NATALE, 2013). Esse equilíbrio proporciona também uma menor susceptibilidade das plantas ao ataque de pragas e doenças, maior tolerância a períodos de seca e a outros estresses, aumenta a produtividade e melhora a qualidade dos frutos (DIAS, et al., 2012)

O potássio está entre os nutrientes que são exigidos e em maiores quantidades pela planta, atuando como regulador da turgência dos tecidos vegetais e induzindo a resistência a estresses abióticos como o estresse hídricos. Este elemento desempenha papel fundamental sobre a produtividade das culturas, logo quando ocorre a sua falta no solo, reflete sobre a taxa fotossintética e aumento da respiração, causando redução no acúmulo de carboidratos, enquanto que o excesso deste nutriente afeta o desempenho genético das culturas, favorecendo a obtenção de plantas menos vigorosas, frutos menor peso, maturação prematura e diminui a assimilação do fósforo (OLIVEIRA, 2016; NOVAIS et al., 2007; VIANA et al., 2007).

De acordo com Malavolta (2005), existe uma relação intrínseca entre o potássio e o sistemático processo de fotossíntese, pois este íon atua decisivamente na taxa de crescimento normal das plantas. Está relação esta ligada ao fato de o potássio ser responsável pela regulação do potencial osmótico das células, logo o seu acúmulo, decresce o potencial osmótico e consequentemente aumenta a retenção de água em seus tecidos, em contrapartida quando bem supridas de K^+ exigem menos água.

Este elemento se encontra de duas formas no solo, sendo estas o potássio na solução do solo e o potássio trocável, o qual representa aquele potássio retido nas cargas elétricas negativas dos colóides. No que se refere a sua disponibilidade no solo e sua absorção pelas plantas, verifica-se que estes eventos estão atrelados a disponibilidade dos cátions Ca^{+2} e Mg^{+2} , que são dominantes do complexo de trocas. No entanto, a absorção do potássio pelas plantas é favorecida quando comparada a outras espécies catiônicas e é o macronutriente que se apresenta de forma geral menor quantidade no solo e em maior quantidade na planta (OLIVEIRA et al., 2001).

Este elemento pode ser encontrado facilmente em tres formas de adubos quimicos, que o cloreto de potássio (KCl), sulfato de potássio (K_2SO_4) e nitrato de potássio (KNO_3), porém na agricultura a forma comumente utilizada na agricultura é o cloreto de potássio, devido seus benefícios e ao seu baixo custo (NOVAIS et al., 2007).

A deficiência do potássio nas plantas pode ser observada pela clorose marginal e necrose das folhas, estando este sintoma visível inicialmente nas folhas mais velhas. Já em determinadas culturas, ocorre uma coloração verde escura. Esses sintomas ocorrem devido a menor translocação de carboidratos da parte aérea para as raízes, tornando as células vegetais mais finas (PRADO, 2008).

Na literatura existem diversos trabalhos que avaliam a influência deste nutriente sobre os rendimentos agrônômico de diferentes culturas. Silveira et al. (2015) estudando a distribuição de potássio em cana-de-açúcar, relatou que este nutriente é importante para a cultura, devido participar da síntese de açúcares e proteínas, na fotossíntese e na translocação de carboidratos. Dias (2014), avaliando a resposta da cana-de-açúcar a adubação potássica nos tabuleiros costeiros da Paraíba, verificou que não houve influência deste nutriente na produção desta cultura quando aplicado em fundação ou em cobertura. No entanto, pouco se sabe da influência do potássio na cultura da cana-de-açúcar quando associado a adubação nitrogenada.

Diante disto, verifica-se que o potássio é um elemento importante para o crescimento e desenvolvimento da cana-de-açúcar, sendo de grande importância a definição da dosagem de potássio adequada e sua interação com a dosagem de nitrogênio para melhor desempenho da cultura.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. Localização da Área Experimental

O experimento de campo foi conduzido no período de junho de 2015 a dezembro de 2017, na área experimental Chã-de-Jardim pertencente ao Centro de Ciências Agrárias (CCA) da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), no município de Areia, PB. O clima da região é definido como subtipo climático As' que corresponde ao clima tropical subúmido (quente úmido, com chuvas de outono-inverno), os dados pluviométricos durante a condução experimental seguem na Figura 1.

A topografia da área onde foi instalado o experimento é plana ($< 3\%$) e de fácil drenagem da água de precipitação.

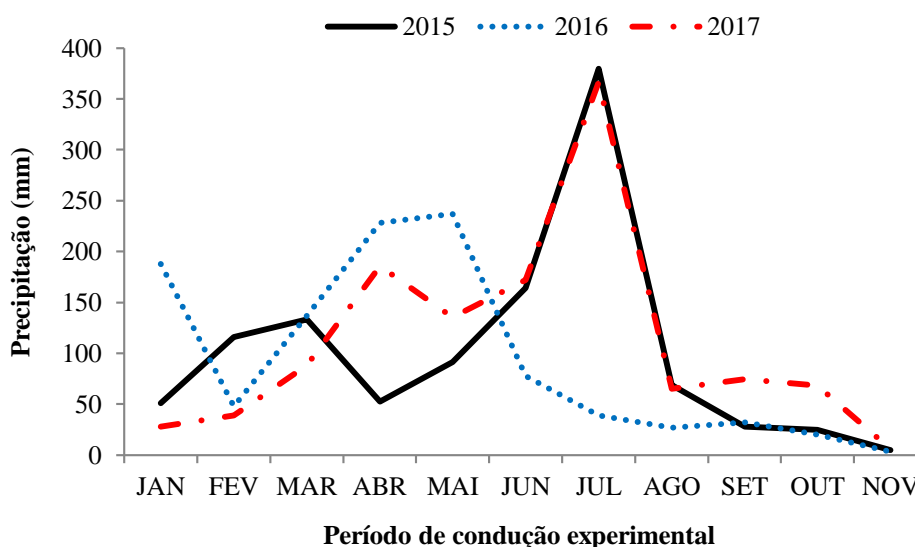


Figura 1. Precipitação (mm) acumulada mensal nos anos de 2015 a 2017 no município de Areia-PB. (INMET 2019)

O solo foi classificado como Latossolo Amarelo distrófico, o qual foi caracterizado quimicamente antes da instalação do experimento (Tabela 1). As análises foram realizadas no Laboratório de Química e Fertilidade do Solo do Departamento de Solos e Engenharia Rural (DSER) do CCA/UFPB.

Tabela 1. Características químicas do solo, na camada de 0-20 e 20-40 cm, antes da instalação do experimento, Areia-PB, 2019

Prof	pH	P	K	Na	Ca+Mg	Ca	Mg	Al	H+Al	M.O.
(cm)	H ₂ O _(1:2,5)	- mg dm ⁻³								g kg ⁻¹
0-20	5,9	4,75	25,9	0,07	4,11	3,62	0,65	0	4,29	33,41
20-40	5,3	2,44	18,34	0,05	33,47	13,89	19,58	0,35	7,01	30,41

P, K, Na: Extrator Mehlich 1; H + Al: Extrator Acetato de Cálcio 0,5 M, pH 7,0; Al, Ca, Mg: Extrator KCl 1 M; Matéria Orgânica (M.O.) – Walkley-Black

3.2 Instalação e Condução do Experimento

O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados, com 11 tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos foram dispostos conforme a matriz de Plan Puebla III (ALVAREZ V, 1985), consistindo da combinação de cinco doses de N, na forma de ureia (6,75; 40,5; 67,5; 94,5 e 128,25 kg ha⁻¹) e cinco doses de K na forma de cloreto de potássio (9; 54; 90; 126 e 171 kg ha⁻¹), acrescido de um tratamento controle (sem adubação) (Tabela 2).

Tabela 2. Combinação das doses de N (6,75; 40,5; 67,5; 94,5 e 128,25 kg ha⁻¹) e K (K₂O) (9; 54; 90; 126 e 171 kg ha⁻¹) segundo a matriz Plan Puebla III, Areia-PB, 2019.

TRATAMENTO	N	K
1	40,5	54
2	40,5	126
3	94,5	54
4	94,5	126
5	67,5	90
6	6,75	54
7	128,25	126
8	40,5	9
9	94,5	171
10	6,75	9
11	0	0

O plantio da cana-de-açúcar, variedade RB-92-579 foi realizado manualmente em junho de 2015 (cana-planta). A abertura dos sulcos foi realizada com o uso de um sulcador com ajuste de profundidade de aproximadamente 0,3 m e espaçadas em 1,2 m. As mudas (toléstes) foram distribuídas no fundo do sulco de tal forma a obter 15 gemas viáveis por

metro linear. Após distribuição das mudas procedeu-se a cobertura com uma camada de 0,1 m de terra.

As parcelas foram constituídas de sete linhas de 10 m de comprimento, espaçadas de 1,2 m (84 m² por parcela), com as avaliações realizadas nas cinco linhas centrais, dispensando-se as plantas a 0,5 m das bordas (área útil de 54 m²) (Figura 2).

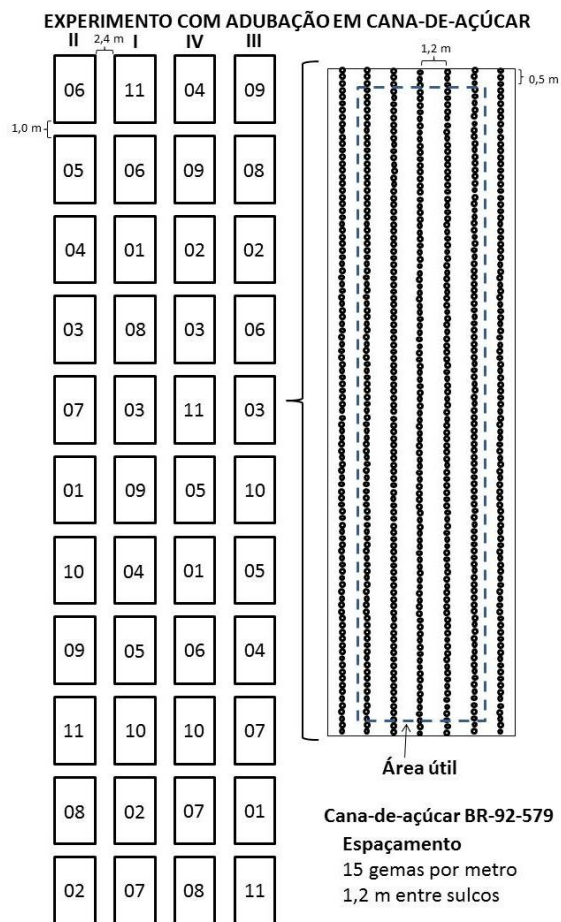


Figura 2. Representação esquemática da distribuição dos tratamentos na área experimental da cana-de-açúcar, Areia-PB, 2019.

A adubação fosfática, de 180 kg ha⁻¹, foi aplicada uma única vez, em fundação, em todas as parcelas, juntamente com metade do potássio e 30 % da dose de nitrogênio. O restante do nitrogênio e potássio foi aplicado 90 dias após o plantio.

3.3 Variáveis analisadas

3.3.1. Biomassa radicular

As amostragens das raízes da cana-de-açúcar foram realizadas no 1º ciclo de cultivo da cana (cana-planta), por meio de uma sonda amostradora de raiz (SONDATERRA® SR-100). O amostrador é um monolítico tubular de 1,0 m de comprimento confeccionado em aço

carbono com 0,2 cm de espessura, diâmetro interno de 5,5 cm e graduado de 10 em 10 cm no sentido de prover informações independentes sobre diferentes profundidades no perfil do solo.

Logo após o corte da cana, foram coletadas em cada parcela experimental quatro amostras, sendo duas do lado direito e mais duas do lado esquerdo da linha de plantio, a primeira rente a linha de plantio e a segunda coleta com 50 cm de distância da primeira amostra, nas profundidades de 0-20, 20-40, 40-60, 60-80 e 80-100 cm.

Depois de retirado a amostra do solo, estas foram acondicionadas em sacos de plástico, com a devida identificação, para posterior envio ao laboratório. No laboratório as amostras foram lavadas em água corrente, separando-se as raízes com peneiras de 10 e 35 mesh. Após a lavagem do solo, as raízes foram colocadas em papel absorvente e, com auxílio de uma pinça cirúrgica, foi feita a retirada de resíduos de solo, insetos, palhas da cana e detritos que possam interferir na massa seca da raiz.

As raízes foram acomodadas em sacos de papel e postas para secar em estufa de circulação de ar forçado a 65°C até peso constante para posterior obtenção da biomassa seca de raízes (BR). Os resultados foram utilizados para o cálculo de biomassa de raízes por unidade de área (ha) em cada seção de profundidade.

3.3.2. Amostragem Nutricional

Aos seis, nove e doze meses após o plantio, foram realizados as coletas das folhas das plantas (terço médio e descartando-se a nervura) para avaliação do estado nutricional. A coleta seguiu o procedimento descrito por Malavolta et al. (1997).

3.3.3. Produção

A cada ciclo (1º; 2º e 3º ciclos) procedeu-se a colheita manualmente em toda a parcela, sendo considerada apenas a parcela útil para a obtenção da massa dos colmos.

3.3.4. Receita Líquida

A partir dos custos com a implantação da cultura da cana-de-açúcar realizou-se análise da receita líquida relacionando os gastos, produtividade e ciclos na cana-de-açúcar adubada e não adubada.

3.4. Análise estatística

As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o software SAEG versão 9.1 (SAEG, 2007), procedendo-se o desdobramento das interações e do efeito quantitativo (dose), segundo sua significância pelo teste F.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

No 1º ciclo (cana-planta), ao avaliar a biomassa do sistema radicular, observa-se que, exceto na profundidade de 0-20 cm, a adubação nitrogenada e potássica promovem alterações significativas (Tabela 3). Considerando a profundidade de até 100 cm, dependendo das combinações de N e K, a cana-de-açúcar pode alcançar valores superiores a 2 t ha⁻¹ de biomassa de raiz.

Tabela 3. Biomassa (kg ha⁻¹) da raiz de cana-de-açúcar adubada com N (6,75; 40,5; 67,5; 94,5 e 128,25 kg ha⁻¹) e K (9; 54; 90; 126; e 171 kg ha⁻¹), nas diferentes seções de profundidade (0-20, 20-40, 40-60, 60-80 e 80-100 cm) do solo, Areia – PB, 2019

Doses (N + K)	Profundidade, cm					Total
	0-20	20-40	40-60	60-80	80-100	
	kg ha ⁻¹					
40,5 + 54	958,43 a	264,67 b	327,28 b	200,03 c	260,56 a	2010,97 b
40,5 + 126	670,70 a	554,96 b	599,45 a	167,34 c	220,92 a	2213,36 b
94,5 + 54	581,42 a	153,72 b	136,28 c	99,60 c	62,71 b	1033,72 c
94,5 + 126	671,60 a	389,64 b	169,65 c	167,23 c	119,82 b	1517,94 c
67,5 + 90	765,48 a	891,02 a	301,42 b	435,72 a	200,56 a	2594,21 a
6,75 + 54	1044,18 a	782,19 a	387,62 b	344,17 b	226,72 a	2784,88 a
128,25 + 126	706,96 a	626,10 a	308,01 b	305,79 b	164,00 a	2110,85 b
40,5 + 9	716,45 a	1002,89 a	335,30 b	188,56 c	228,51 a	2471,72 a
94,5 + 171	727,12 a	333,80 b	128,41 c	119,85 c	64,30 b	1373,48 c
6,75 + 9	686,69 a	302,65 b	99,01 c	154,18 c	117,64 b	1361,07 c
0	557,36 a	420,97 b	350,81 b	173,63 c	173,82 a	1676,58 c
CV (%)	47,30	35,69	48,97	35,29	41,01	19,15

Médias seguidas por letras iguais na coluna não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott à 5% de probabilidade.

A camada até 40 cm foi onde concentrou maior parte do sistema radicular, correspondendo a 65% do total de raízes, enquanto que às camadas mais profundas (40-60, 60-80 e 80-100 cm) apresentaram uma redução de 15, 11 e 9% de raízes, respectivamente. Tal fato é explicado por essa camada concentrar maior quantidade de nitrogênio, propiciando

variações no conteúdo de matéria orgânica, composição química e atividade microbiana nessa camada do solo (MARIANO et al., 2013).

Em relação aos tratamentos avaliados, observa-se que de forma geral, as doses 67,5 N + 90 K; 6,75 N + 54 K e 40,5 N + 9 K, apresentaram maior produção de biomassa radicular se comparada com os demais tratamentos, com acúmulos de 2594,21, 2784,88 e 2471,72 kg ha⁻¹, respectivamente, correspondente a um incremento de 54,73%, 39,79% e 32,16% em relação ao controle (sem adubação) (Tabela 3).

Estes tratamentos também apresentaram maior concentração radicular na camada de 20-40 cm, devido, provavelmente, estar nessa na camada boa parte dos nutrientes aplicados na adubação. Além disso, às quantidades aplicadas nesses tratamentos não são excessivas nem escassas, promovendo possivelmente equilíbrio para o desenvolvimento radicular da cana-planta. O suprimento de nutrientes, em especial nitrogênio, afeta consideravelmente o crescimento, a morfologia e a distribuição do sistema radicular no solo (LYNCH et al., 2012). De acordo com Souza et al. (2016) o sistema radicular mais desenvolvido proporciona canavial com alto potencial produtivo e, conseqüentemente, maior longevidade das soqueiras.

Observa-se, ainda na tabela 3, que as doses 94,5 N + 54 K; 94,5 N + 126 K; 94,5 N + 171 K e 6,75 N + 9 K, não diferiram estatisticamente do controle (sem adubação), justamente os tratamentos que apresentaram doses excessivas ou pequenas dos nutrientes estudados, podendo, assim, caracterizar toxidez ou deficiência destes nutrientes. Concentrações excessivas de nitrogênio e potássio ocasiona desequilíbrios nutricionais na planta, propiciando reduções no crescimento radicular (TAIZ et al, 2017).

Na diagnose foliar realizada na cana-planta (Tabela 4), para o N e K em função das épocas de amostragem (6, 9 e 12 meses) houve efeito significativo para às épocas de amostragem, onde a concentração de nitrogênio nas folhas incrementou da primeira para a segunda amostragem e declinou da segunda para a terceira. Enquanto que o acúmulo de potássio nas folhas de cana-de-açúcar foi maior na última amostragem e apresentou concentração inferior na segunda amostragem, possivelmente devido na última amostragem a cana se encontrar no período de maturação, propiciando o acúmulo de potássio. Logo, nota-se que na segunda amostragem a planta acumulou mais nitrogênio e menos potássio nas folhas.

A necessidade de potássio para o crescimento e desenvolvimento das plantas é de aproximadamente 2 a 5% na matéria seca, variando em função da espécie e da parte da planta analisada, no entanto, o potássio é um dos macronutrientes mais exigidos pela planta, estando atrás apenas do nitrogênio, o que pode justificar o fato da planta ter acumulado mais nitrogênio que potássio (FAQUIM, 2005; CONCEIÇÃO et al., 2013).

Tabela 4. Teores, g kg^{-1} , de N e K na folha diagnóstico da cana-de-açúcar, nas diferentes época de amostragem (6, 9 e 12 meses). Areia-PB, 2019.

Época	N	K
meses	g kg^{-1}	
6	12,5 c	6,4 b
9	19,7 a	5,6 c
12	15,6 b	9,5 a
DMS	1,3	0,6

Os valores de N encontrados na diagnose foliar nas diferentes épocas de amostragem são menores que o sugerido como adequado ($20 - 22 \text{ g kg}^{-1}$) segundo Malavolta et al. (1992). Em média o teor de K nas folhas da cana soca nas diferentes épocas de amostragem apresentaram inferior a faixa adequada de $11 \text{ a } 13 \text{ g kg}^{-1}$ (MALAVOLTA, 1997).

Na produtividade de cana-de-açúcar ao longo dos anos com uso da adubação nitrogenada e potássica (Figura 3), constatou-se interação entre as doses de nitrogênio e potássio no ano de 2015 (cana-planta), apresentando decréscimo linear com o aumento das doses de potássio e comportamento quadrático com o aumento das doses de nitrogênio. A produção máxima foi estimada na dose de $128,25 \text{ e } 9 \text{ kg ha}^{-1}$ de nitrogênio e potássio, respectivamente, equivalente a produção de $105.473,8 \text{ kg ha}^{-1}$ de cana-de-açúcar.

A melhor resposta na produção ter sido alcançada, no 1º ciclo, na menor dose de K pode ser explicado pelos teores de matéria orgânica e potássio do solo (Tabela 1), reflexo do período de pousio em que estava o solo antes da instalação cultura. De acordo com Bell e Garside (2014) a aplicação da adubação nitrogenada promoveu incrementos significativos na adição e retenção de perfilhos para produzir talos comercializáveis.

No ano de 2016 (Figura 3), a produtividade de cana-soca apresentou acréscimo até a dose de 63 kg ha^{-1} de potássio combinado com $128,25 \text{ kg ha}^{-1}$ de nitrogênio, correspondendo aproximadamente $94.425,48 \text{ kg ha}^{-1}$, concentrações superiores de potássio reduziram a produção da cana-soca. Em relação ao ano de 2017, observa-se que a maior produtividade ($77645,05 \text{ kg ha}^{-1}$) foi estimada na dose de $128,25 \text{ kg ha}^{-1}$ de nitrogênio e 9 kg ha^{-1} de potássio.

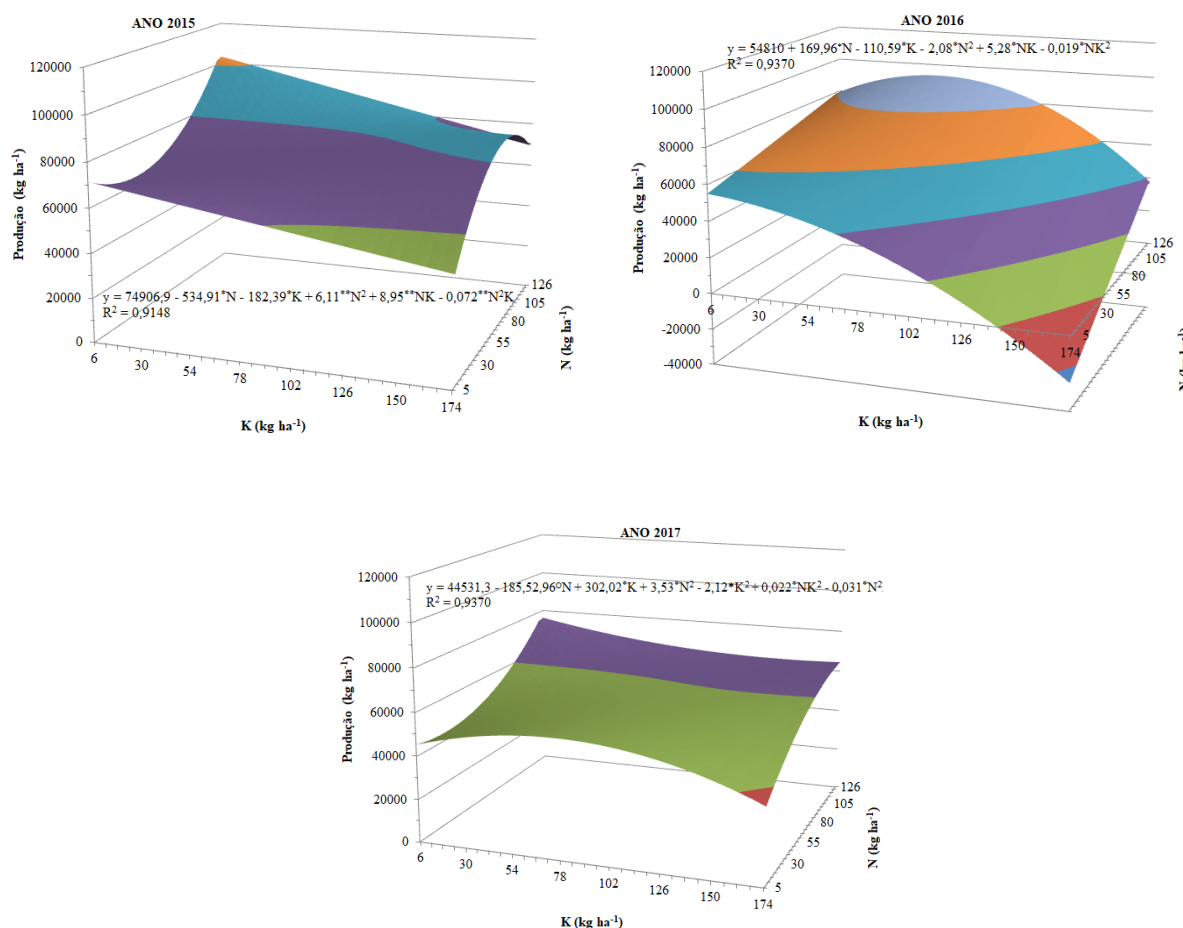


Figura 3. Produtividade da cana-de-açúcar submetido às doses de nitrogênio (6,75; 40,5; 67,5; 94,5 e 126,0 kg ha⁻¹) na forma de uréia, e potássio (9; 54; 90; 126 e 171 kg ha⁻¹) na forma de cloreto de potássio, nos anos de 2015 (cana planta), 2016 (1ª soca) e 2017 (2ª soca). (°, *, **: significativo a 10, 5 e 1 %, respectivamente), Areia-PB, 2019.

Bastos et al. (2017) estudando os efeitos da adubação nitrogenada e potássica no crescimento da cultura da cana-de-açúcar na segunda soqueira observaram que a adubação nitrogenada incrementou o comprimento médio dos colmos e altura de plantas sem a presença da adubação potássica, possivelmente a segunda soqueira necessita de mais nitrogênio e pouco ou nenhuma adubação potássica, de forma similar a esse trabalho. Tal fato é explicado pelo nitrogênio ser constituinte de ácidos nucleicos, proteínas, enzimas e pigmento fotossintético (clorofila), os quais promovem crescimento, perfilhamento e produção da cana-de-açúcar (KINGSTON, 2014).

No comparativo das produtividades nos anos de 2015 (cana-planta), 2016 (1ª soca) e 2017 (2ª soca) observa-se que houve incremento na produção com o uso das adubações com nitrogênio e potássio. Em 2015 a cana-de-açúcar não adubada apresentou redução de 41,48 %

em relação a que foi adubada com nitrogênio e potássio. Na 1ª cana-soca (2016) a redução da produtividade foi ainda mais expressiva que o ano anterior, correspondendo a 46,13 % e na 2ª cana-soca (2017) a produção reduziu 55,21 % ao comparar as plantas ausentes de adubação com as adubadas. Ou seja, o efeito produtivo sem adubação reduz ao longo dos anos (Figura 4).

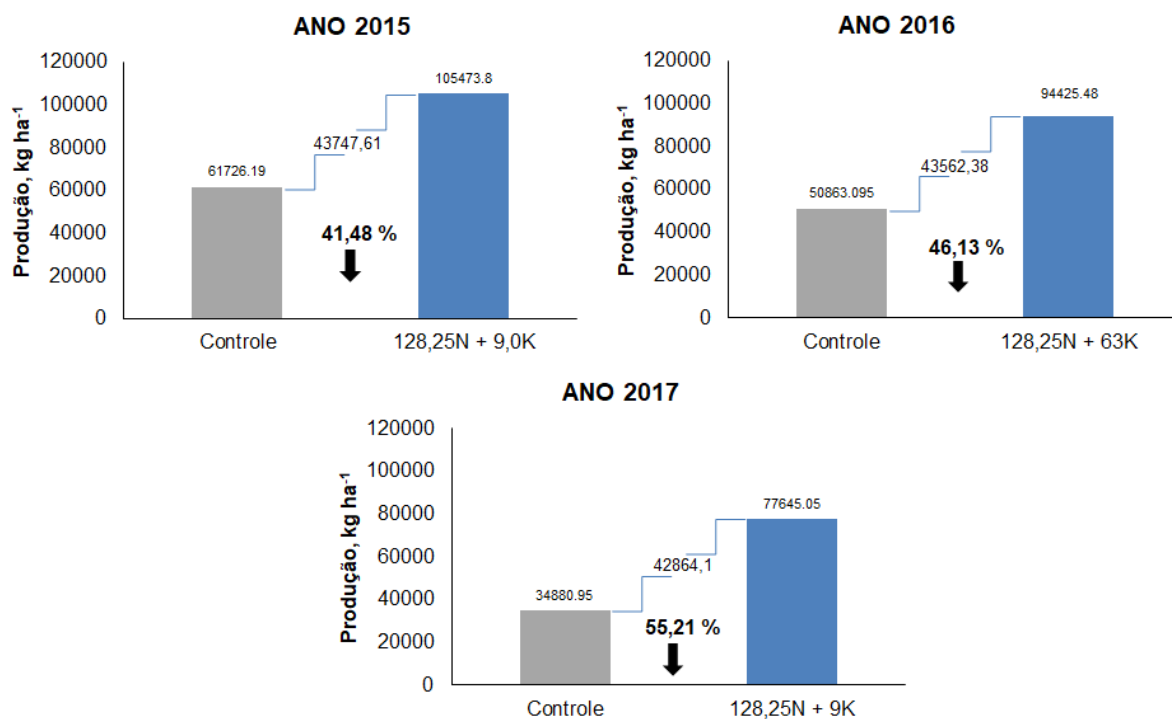


Figura 4. Incremento da produtividade da cana planta (ANO 2015), 1ª soca (ANO 2016) e 2ª soca (ANO 2017) em resposta a adubação nitrogenada e potássica (N + K). Areia-PB, 2019.

Vitti et al. (2007) ao avaliarem a produtividade da cana-de-açúcar em função do nitrogênio residual da adubação e do sistema radicular, relataram que o manejo inadequado da adubação nitrogenada em um canavial pode ocasionar redução da produtividade desta cultura, como foi observado nas safras de 1999/2000 para os tratamentos que as doses mais baixas de nitrogênio (0 e 35 kg h⁻¹), já com 100 kg ha⁻¹ de nitrogênio a produtividade aumentou nas safras seguintes.

No tocante a produtividade de cana-de-açúcar ao longo dos três anos, observa-se que as plantas que foram adubadas apresentaram maior produção que às não adubadas, sendo que ambas apresentaram decréscimo linear em função dos anos de cultivo (Figura 5). Na cana-de-açúcar adubada, a 1ª e 2ª soqueira reduziram 10,47 e 26,38%, respectivamente, em relação a cana-planta, enquanto que na cana-de-açúcar não adubada a redução foi mais acentuada, 17,59% (1ª cana-soca) e 43,49% (2ª cana-soca) em comparação com a cana-planta (Figura 5).

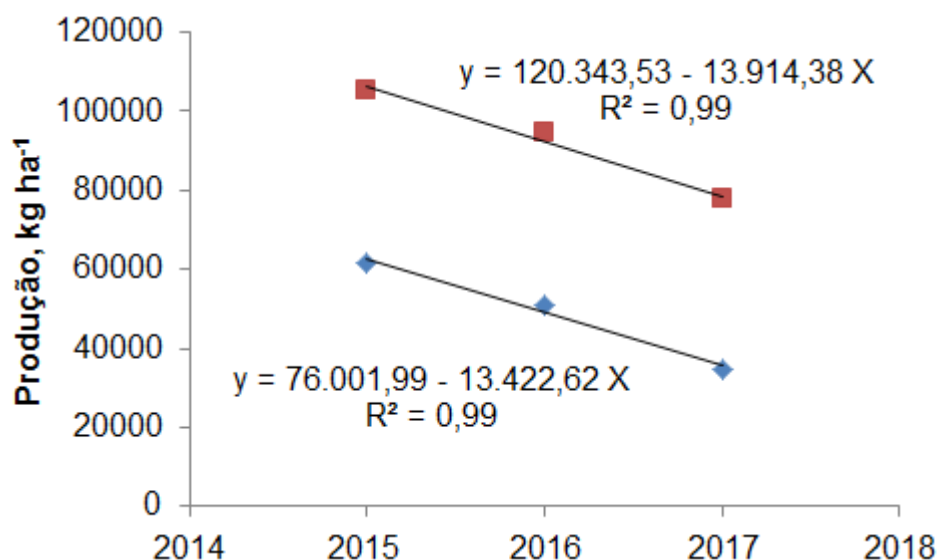


Figura 5. Produtividade da cana-de-açúcar, com (—■—) e sem adubação (—◆—), em função dos anos de cultivo (2015, 2016 e 2017). Areia-PB, 2019.

Possivelmente, a redução na produtividade da cana-planta para soqueiras ocorreu em virtude da diminuição no conteúdo de nitrogênio e potássio no solo. Franco et al. (2015) ao avaliarem recuperação residual e rendimento de fertilizantes nitrogenados aplicados no plantio de cana-de-açúcar, constataram que ao longo do ciclo da cultura da cana-planta e de três soqueiras, apenas 35% do N aplicado foi recuperado, o que resulta em decréscimo na produtividade.

Ao analisar economicamente o cultivo da cana-de-açúcar adubado e não adubado com N e K, observa-se que no cultivo adubado tanto a receita líquida, quanto a produtividade são superiores ao cultivo não adubado, constata-se também incremento na receita até o terceiro ciclo de produção na cana não adubada (aproximadamente R\$ 6000,00) e quarto ciclo na cana adubada em torno de R\$ 5000,00 com posterior decréscimo (Figura 6). Portanto, o uso da adubação viabilizou maior prolongação na viabilidade do rebrotamento do canavial.

O retorno econômico/lucro da cana-de-açúcar é mais elevado nos anos iniciais de cultivo e, com o avanço dos ciclos, tendem a reduzir, período que corresponde ao tempo de exploração médio de um canavial, ocasionado pela diminuição na produção dos colmos em função das soqueiras (PRADO; FERNANDES, 2010). No estudo realizado por Esperancini et al. (2015) ao avaliarem adubação nitrogenada via fertirrigação em cana-de-açúcar alcançaram receita líquida de R\$ 6.092,56 ha⁻¹, com produtividade econômica de 139,9 t ha⁻¹ de cana-de-açúcar com aplicação de 170,2 kg ha⁻¹ de nitrogênio, na forma de ureia, demonstrando que a adubação incrementou a receita e produtividade similar a esse trabalho.

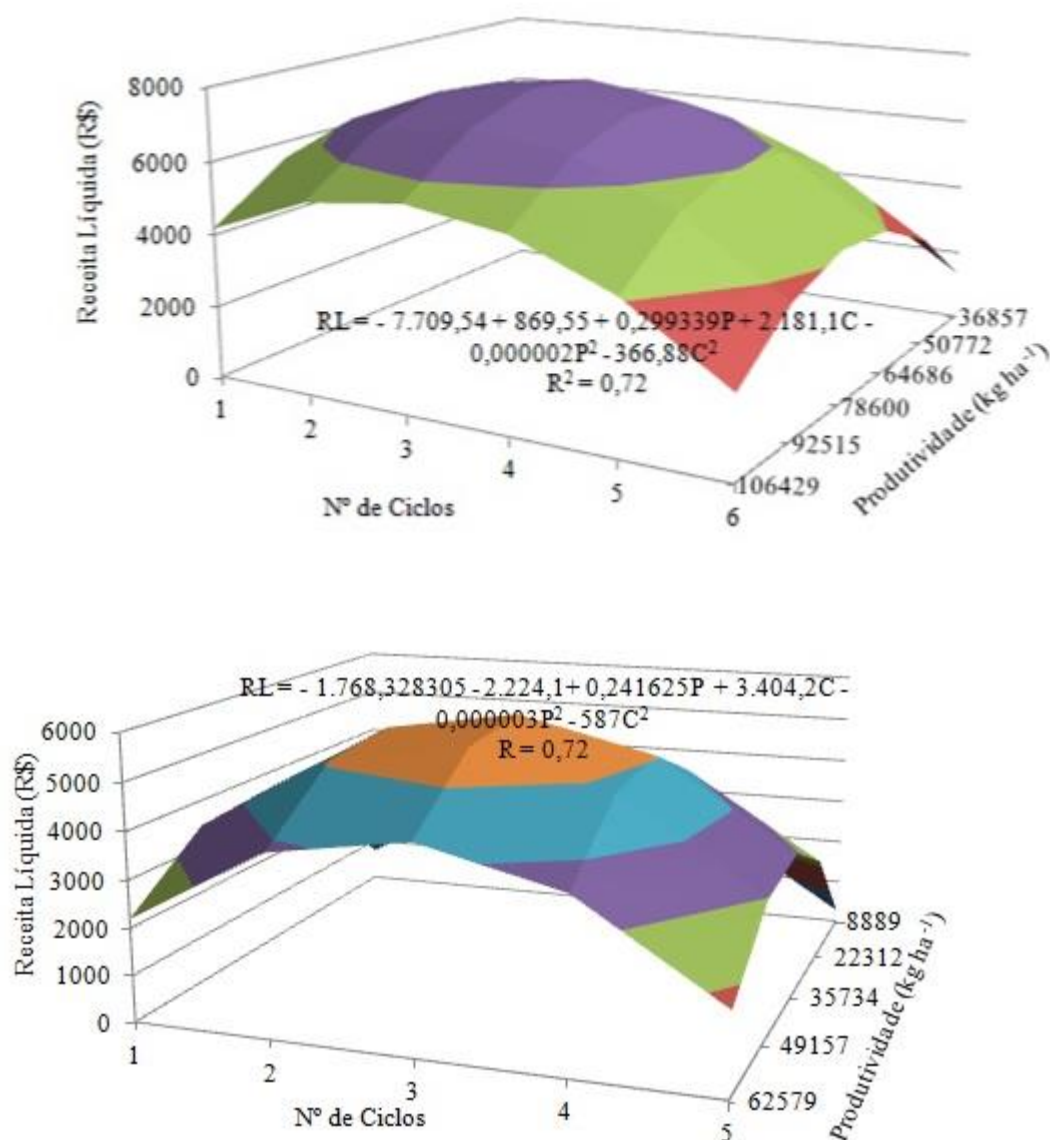


Figura 6. Receita líquida em sistema de produção de cana-de-açúcar (cana-planta e soqueiras) adubada e não adubada, respectivamente, no Brejo Paraibano. Areia-PB, 2019.

A Figura 7 demonstra a receita líquida em sistema de produção de cana-de-açúcar adubada e não adubada no litoral paraibano para comparar com a receita obtida na Figura 6, observa-se comportamento similar ao brejo paraibano, no sentido do incremento na receita líquida superior na cana adubada (R\$ 5000,00) em relação a não adubada (R\$ 4000,00), assim como na produtividade, em torno de 6500 e 3000 Kg ha⁻¹ na cana-planta e soqueira, no entanto é viável manter esse canavial até o 3º ciclo da cana, independentemente da adubação. Enquanto que foi observado na figura 6 (Brejo Paraibano) aumento na receita até o terceiro ciclo de produção na cana não adubada e quarto ciclo na cana adubada.

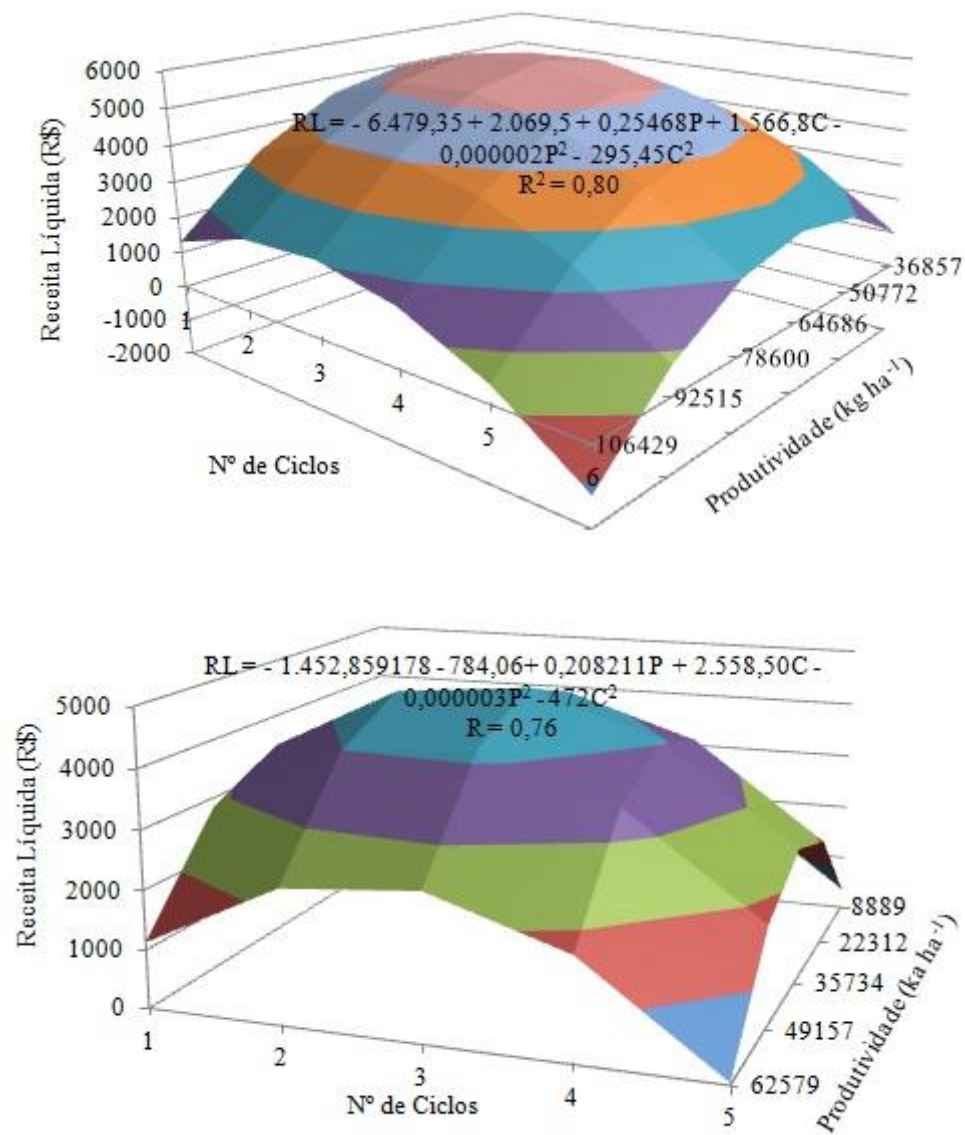


Figura 7. Receita líquida em sistema de produção de cana-de-açúcar (cana-planta e soqueiras) adubada e não adubada, respectivamente, no Litotal Paraibano. Santa Rita, 2019.

5. CONCLUSÕES

A adubação nitrogenada e potássica influenciaram no desempenho fisiológico da cana-de-açúcar, onde as doses de $67,5 + K_2O\ 90\ kg\ ha^{-1}$; $6,75 + K_2O\ 54\ kg\ ha^{-1}$ e $40,5 + K_2O\ 9\ kg\ ha^{-1}$ de nitrogênio e potássio, respectivamente, foram as que melhor incrementaram o crescimento das plantas e a biomassa radicular.

A máxima produtividade da cana-de-açúcar no seu segundo ano ($94.425,48\ kg\ ha^{-1}$) foi atingida quando as plantas foram adubadas com $63\ kg\ ha^{-1}$ de potássio e $128,25\ kg\ ha^{-1}$ de nitrogênio.

A máxima produtividade da cana-de-açúcar no seu primeiro ano ($105.473,8\ kg\ ha^{-1}$) foi atingida quando as plantas foram adubadas com $9,0\ kg\ ha^{-1}$ de potássio e $128,25\ kg\ ha^{-1}$ de nitrogênio.

No que se refere aos anos (ciclos) de avaliação da cana-de-açúcar, constatou-se que as plantas adubadas com nitrogênio e potássio apresentaram maior produtividade do que às não adubadas.

No Brejo Paraibano é viável economicamente manter o canavial até o terceiro ciclo de produção na cana não adubada e quarto ciclo na cana adubada.

No litoral Paraibano é viável economicamente manter o canavial até o terceiro ciclo de produção na cana não adubada e quatro ciclo na cana adubada.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBUQUERQUE, G. A. C.; MARINHO, M. L. Adubação na Região Norte-Nordeste. In: ORLANDO FILHO, J. (coord.). **Nutrição e adubação da cana-de-açúcar no Brasil**. Piracicaba. IAA/PLANALSUCAR. SUPER. 1983, p.265-286.

ALVAREZ VENEGAS, V.H. **Avaliação da fertilidade do solo**: superfície de resposta; modelos aproximativos para expressar a relação fator resposta. Viçosa: UFV, 1985. 75p.

ANDRADE JÚNIOR, A. S.; BASTOS, E. A.; RIBEIRO, V. Q.; DUARTE, J. A. L.; BRAGA, D. L.; NOLETO, D. H. Níveis de água, nitrogênio e potássio por gotejamento subsuperficial em cana-de-açúcar. **Pesquisa agropecuária**, Brasília, v.47, n.1, p.76-84, jan. 2012.

ANDRÉ, R.G.B.; MENDONÇA, J.C.; MARQUE, V.S.; PINHEIRO, F.M.A.; MARQUES, J. Aspectos energéticos do desenvolvimento da cana-de-açúcar. Parte 1: balanço de radiação e parâmetros derivados. *Revista Brasileira de Meteorologia*, São José dos Campos, v.25, n.3, p.375-382, 2010.

ASPLAN. Associação de Plantadores de Cana da Paraíba (2019). Disponível em: <https://asplanpb.com.br>. Acesso em: Setembro de 2019.

AULAR, J.; NATALE, W. Nutrição mineral e qualidade do fruto de algumas frutíferas tropicais: goiabeira, mangueira, bananeira e mamoeiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, 35:1214-1231, 2013.

BARROS, F. F.; MILAN, M. Qualidade operacional do plantio de cana-de-açúcar. *Bragantia*, v. 69, n. 1, p. 221–229, 2010.

BASTOS, A.; TEODORO, J.; TEIXEIRA, M.; SILVA, E.; COSTA, D.; BERNARDINO, M. Efeitos da adubação nitrogenada e potássica no crescimento da cultura da cana-de-açúcar segunda soca. **Revista de Ciências Agrárias**, v.40, n.3, p.554-566, 2017.

BATISTA, L. M. T. Avaliação Morfofisiológica da Cana-de-Açúcar sob Diferentes Regimes Hídricos. f.125 Dissertação de Mestrado (Mestrado em Agronomia), 2013.

BELL, M.J.; GARSIDE, A.L. Growth and yield responses to amending the sugarcane monoculture: interactions between break history and nitrogen fertiliser. **Crop and Pasture Science**, v.65, n.3, p.287-299, 2014.

CAMARGO, L. A.; MARQUES JÚNIOR, J.; PEREIRA, G. T. Spatial variability of physical attributes of an Alfisol under different hillslope curvatures. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.34, p.617- 630, 2010.

CANTARELLA, H.; ROSSETTO, R. **Fertilizers for sugarcane**. In: Sugarcane bioethanol — R&D for Productivity and Sustainability., 2014. Cortez, LAB (Ed.). São Paulo: Edgard Blücher, p. 405-422.

CANTARELLA, H.; TRIVELIN, P. C. O.; VITTI, A. C. Nitrogênio e enxofre na cultura da cana-de-açúcar. In: YAMADA, T.; ABDALLA, S. R. S.; VITTI, G. C. (Eds.). **Nitrogênio e Enxofre na Agricultura Brasileira**. Piracicaba: International Plant Nutrition Institute, 2007. p. 349–412.

CARDOZO, N.P.; SENTELHAS, P.C. Climatic effects on sugarcane ripening under the influence of cultivars and crop age. *Scientia Agricola*, Piracicaba, v.70, n.6, p.449-456, 2013.

CARNEIRO, C. E. A.; FIORETTO, R. A.; FONSECA, I. C. B.; NEVES, C. S. V. J.; CASTRO, A. J. S. Alterações químicas no solo induzidas pela aplicação superficial de palha de cana-de-açúcar, calcário e vinhaça. *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina, v. 25, n. 4, p. 265-272, 2004a.

CASAGRANDE, J.C.; ZAMBELLO JUNIOR, E. & ORLANDO FILHO, J. Fracionamento da adubação nitrogenada e potássica em cana-planta no Estado de São Paulo. *Saccharum*, 28:43-48, 1983.

CASTRO, S.G.Q.; FRANCO, H.J.C.; MUTTON, M.A. Harvest managements and cultural practices in sugarcane. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.37, n.1, p.299-306, 2014.

CEPEA. Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (2019). AÇÚCAR/CEPEA: Além de estoque e consumo, em 2019, preços estarão à mercê do petróleo. Disponível em: <https://www.cepea.esalq.usp.br/br/releases/acucar-perspec-2019-alem-de-estoque-e-consumo-em-2019-precos-estara-a-merce-do-petroleo.aspx>. Acesso em: Setembro de 2019

CHEAVEGATTI-GIANOTTO, A.; ABREU, H.M.C.; ARRUDA, P.; BESPALHOK FILHO, J.C.; BURNQUIST, W.L.; CRESTE, S.; DI CIERO, L.; FERRO, J.A.; FIGUEIRA, A.V.O.; FILGUEIRAS, T.S.; GROSSI-DE-SÁ, M.F.; GUZZO, E.C.; HOFFMANN, H.P.; LANDELL, M.G.A.; MACEDO, N.; MATSUOKA, S.; REINACH, F.C.; ROMANO, E.; SILVA, W.J.; SILVA FILHO, M.C.; ULINA, E.C. Sugarcane (*Saccharum X officinarum*): a reference study for the regulation of genetically modified cultivars in Brazil. **Tropical Plant Biology**, California, v. 4, n. 1, p. 62-89, mar. 2011.

CINTRA, J.E.V.; FERREIRA, G.H.; BRASIL, R.P.C. Viabilidade da irrigação suplementar na fase inicial de desenvolvimento da cana-de-açúcar (*Saccharum ssp.*) em regiões com déficit hídrico. *Nucleus*, Ituverava, Edição Especial, 2008.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento (2019). Safra Brasileira de Cana-de-Açúcar. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/cana>. Acesso em: Setembro de 2019.

CONCEIÇÃO, G. M.; SILVA, E. R.; SILVA, M. C. C.; SILVA, R. P. S.; CASTRO, L. M. R.; Determinação de Macronutrientes (N, P, K, Ca, S e Mg) nas Espécies de Poaceae de uma Área de Cerrado Maranhense. **Revista Enciclopedia Biosfera**, v.9, n.17, p.1051-1063, 2013.

CORDEIRO JÚNIOR, J.J.F.; GUISELINI, C.; PANDORFI, H.; MORAES, A.S.; MENEZES, D.; ALMEIDA NETO, L.A. Sprouting of pre-sprouted sugarcane seedlings and micrometeorological variables under photo-selective nets. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 23, n.8, p.625-629, 2019.

CRISPIM, J. G.; RÊGO, M. M.; RÊGO, E. R.; MEDEIROS, G. D. A.; SOARES, W. S.; PESSOA, M. S.; Efeito do benzilaminopurina e da cinetina sobre potencial morfogênico de cana-de-açúcar. **Revista AGROTEC** – v. 35, n. 1, p 94–99, 2014.

CUNHA, F.N.; SILVA, N.F.; SOUSA, A.E.C.; TEIXEIRA, M.B.; SOARES, F.A.L.; VIDAL, F.A.L. Yield of sugarcane submitted to nitrogen fertilization and water depths by subsurface drip irrigation. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.20, n.9, p.841-846, 2016.

DECHEN, A.; R.; NACHTIGALL, G. R. Elementos requeridos à nutrição de plantas. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ-V, V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. (Eds.). **Fertilidade do solo**. Viçosa: SBCS, 2007. p. 91-132.

DIAS, M. J. T.; SOUZA, H. A.; NATALE, W.; MODESTO, V. C.; ROZANE, D. (2012) Adubação com nitrogênio e potássio em mudas de goiabeira em viveiro comercial. **Semina: Ciências Agrárias**, v.33, p. 2837-2848, 2012.

DINARDO-MIRANDA, L.L.; VASCONCELOS, A.C.M.; LANDELL, M.G.A. **Cana-de-açúcar. Campinas: Instituto Agrônomo**, 2010. 882p.

DOORENBOS, J.; KASSAM, A.H. Efeito da água no rendimento das culturas. Tradução de GHEYI, H.R.; SOUSA, A.A; DAMASCENO, F.A.V.; MEDEIROS, J.F. Campina Grande: UFPB, 2000. 221p.

DUARTE JÚNIOR, J. B.; COELHO, F. C.; FREITAS, S. P. Dinâmica de populações de plantas daninhas na cana-de-açúcar em sistema de plantio direto e convencional. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 30, n. 3, p. 595- 612, 2009.

ESPERANCINI, M.S.T.; AFONSO, P.F.N.; GAVA, G.J.C.; BOAS, R.L.V. Dose ótima econômica de nitrogênio em cana-de-açúcar aplicada via fertirrigação por gotejamento. **Irriga**, v. 1, n.1, p. 28-39, 2015.

FAQUIM, V. **Nutrição Mineral de Plantas**. F. 186. Curso de Pós Graduação “Lato Sensu” (Especialização) a Distância: Solos e Meio Ambiente. 2005.

FARONI, C.E.; SARTORI, R.H.; TRIVELIN, M.O. Acúmulo de nutrientes pela cana planta.

FERREIRA, K. S.; RUFINI, J. C. M.; FAGUNDES, M. C. P.; MOREIRA, S. G.; FERREIRA, E. V. O.; BARBOSA, M. A. P.; Crescimento e acúmulo de nutrientes em mudas de aceroleiras em função da aplicação de diferentes doses de nitrogênio e potássio. **Revista Colloquium Agrariae**, v.15, n.2, p. 37-50, 2019.

FLORES, R.A.; PRADO, R.M.; POLITI, L.S.; ALMEIDA, T.B.F. Potássio no desenvolvimento inicial da soqueira de cana de cana crua. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 42, n. 1, p. 106-111, 2012.

FORTES, C.; OCHEUZE TRIVELIN, P. C.; VITTI, A. C.; OTTO, R.; JUNQUEIRA FRANCO, H. C.; FARONI, C. E. Stalk and sucrose yield in response to nitrogen fertilization of sugarcane under reduced tillage. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 48, n. 1, p. 88–96, 2013a.

FORTES, C.; TRIVELIN, P. C. O.; VITTI, A. C.; FERREIRA, D. A.; FRANCO, H. C. J.; OTTO, R. Recovery of Nitrogen (N-15) by Sugarcane from Previous Crop Residues and Urea Fertilisation Under a Minimum Tillage System. **Sugar Tech**, v. 13, n. 1, p. 42–46, 2011.

FORTES, C.; VITTI, A. C.; OTTO, R.; FERREIRA, D. A.; JUNQUEIRA FRANCO, H. C.; OCHEUZE TRIVELIN, P. C. Contribution of nitrogen from sugarcane harvest residues and urea for crop nutrition. **Scientia Agricola**, v. 70, n. 5, p. 313–320, 2013b.

FRANCO, H. C. J.; OTTO, R.; FARONI, C. E.; VITTI, A. C.; ALMEIDA DE OLIVEIRA, E. C.; OCHEUZE TRIVELIN, P. C. Nitrogen in sugarcane derived from fertilizer under Brazilian field conditions. **Field Crops Research**, v. 121, n. 1, p. 29–41, 2011.

FRANCO, H.C.J.; OTTO, R.; VITTI, A.C.; FARONI, C.E.; OLIVEIRA, E.C.A.; FORTES, C.; FERREIRA, D.A.; KÖLLN, O.T.; GARSIDE, A.L.; TRIVELIN, P.C.O. Residual recovery and yield performance of nitrogen fertilizer applied at sugarcane planting. **Scientia Agricola**, v.72, n.6, p. 528-534, 2015.

FRANCO, H. C. J.; TRIVELIN, P. C. O.; FARONI, C. E.; VITTI, A. C.; OTTO, R. Stalk yield and technological attributes of planted cane as related to nitrogen fertilization. **Scientia Agricola**, v. 67, n. 5, p. 579–590, 2010a.

FRANCO, H. C. J.; TRIVELIN, P. C. O.; OTTO, R.; VITTI, A. C.; OLIVEIRA, E. C. A. **Utilization by plant cane, and first and second ratoon crops of nitrogen fertiliser applied at planting** 19th World Congress of Soil Science. Anais...Brisbane, Australia: 2010b

FRANCO, H.C.J.; CANTARELLA, H.; TRIVELIN, P.C.O.; VITTI, A.C.; OTTO, R.; **STAB. Açúcar, Álcool e Subprodutos**, v.26, p.47-51, 2008.

FREITAS, E. M.; GIOVANELLI, L. B.; DELAZARI, F. T.; SANTOS, M. L.; PEREIRA, S. B.; SILVA, D. J. H. Arugula production as function of irrigation depths and potassium fertilization. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.21, n.3, p.197-202, 2017.

GAVA, G. J. C.; TRIVELIN, P. C. O.; OLIVEIRA, M. W.; PENATTI, C. P. Crescimento e acúmulo de nitrogênio em cana-de-açúcar cultivada em solo coberto com palhada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 36, n. 11, p. 1347–1354, 2001.

GAVA, G. J. C.; TRIVELIN, P. C. O.; VITTI, A. C.; OLIVEIRA, M. W. Recuperação do nitrogênio (¹⁵N) da ureia e da palhada por soqueira de cana-de- açúcar. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 27, p. 621–630, 2003.

HAWKESFORD, M.; HORST, W.; KICHEY, T.; LAMBERS, H.; SCHJOERRING, J.; SKRUMSAGER, I.; WHITE, P. **Functions of macronutrients**. In: MARSCHNER, P. (Ed.). *Marschners's mineral nutrition of higher plants*. Australia: The University of Adelaide: Elsevier, p.135-188, 2012.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2019). Levantamento Sistemático da Produção Agrícola. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9201-levantamento-sistematico-da-producao-agricola.html?=&t=resultados>. Acesso: Setembro de 2019.

JADOSKI, C.J.; TOPPA, E.V.B.; JULIANETTI, A.; HULSHOF, T.; ONO, E.O.; RODRIGUES, J.D. Fisiologia do desenvolvimento do estágio vegetativo da cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.). **Pesquisa Aplicada e Agrotecnologia**, Guarapuava, v.3, n.2, p.169-176, 2010.

KINGSTON, G. **Mineral nutrition of sugarcane**. In: MOORE, P.H.; BOTHA, F.C. (Ed.). Sugarcane: physiology, biochemistry, and functional biology. Oxford: John Wiley, 2014. p. 85-120.

KIRUBAKARAN, R.; VENKATARAMANA, S.; JAABIR, M. S. M. Effect of ethrel and glyphosate on the ripening of sugar cane. **International Journal of Chemical Technology Research**, v.5, p.1927-1938, 2013.

KORNDORFER, G. H.; OLIVEIRA, L. A. **O potássio na cultura da cana-de-açúcar**. In: YAMADA, T.; ROBERTS, T. L. Potássio na agricultura brasileira. Piracicaba, Potafos, 2005. P. 469-490.

LEITE, G. H. P.; CRUSCIOL, C. A. C.; SILVA, M. A. Desenvolvimento e produtividade da cana-de-açúcar após aplicação de reguladores vegetais em meio de safra. Semina: **Ciências Agrárias**, v.32, p.129-138, 2011.

LYNCH, J.; MARSCHNER, P.; RENGEL, Z. **Effect of Internal and External Factors on Root Growth and Development**. In: MARSCHNER, P. (Ed.). Marschners's mineral nutrition of higher plants. Australia: The University of Adelaide: Elsevier, p.135-188, 2012.

MALAVOLTA, E. 2006. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Editora Agronômica Ceres, 638 pp.

MALAVOLTA, E. **ABC da análise de solos e folhas: amostragem, interpretação e sugestões de adubação**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1992.124p.

MALAVOLTA, E. Potássio – Absorção, transporte e redistribuição na planta. In: AMADA, T.; ROBERTS, T.L. (Ed.). Potássio na agricultura brasileira. Piracicaba: Instituto da Potassa e do Fósforo; Instituto Internacional da Potassa, 2005. p. 179-230.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba : Potafos, 1997. 319p.

MARIANO, E.; TRIVELIN, P.C.O.; LEITE, J.M.; MEGDA, M.X.V.; OTTO, R.; FRANCO, H.C.J. Incubation methods for assessing mineralizable nitrogen in soils under sugarcane. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.37, n.2, p.450-461, 2013.

MARIN, F. R.; PELLEGRINO, G. Q.; ASSAD, E. D.; PINTO, H. S.; ZULLO JÚNIOR, J. Cana-de-açúcar. In: MONTEIRO, J.E.B.A. Agrometeorologia dos cultivos: o fator meteorológico na produção agrícola. Brasília, DF: INMET, 2009. 530p.

NASCIMENTO, F.N.; ANDRADE JÚNIOR, A.S.A.; BASTOS, E.A.; RIBEIRO, V.Q.; LOPES, A.S. Agro-industry production of sugarcane grown using subsurface drip fertigation with nitrogen and potassium. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.53, n.12, p.1346-1354, 2018.

NOVAIS, R. F.; ALVAREZ, V., V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J.C.L. Fertilidade do Solo. Viçosa: SBCS, 2007. 1017 p.

NOVAIS, R. F.; JOT SMYTH, T.; NUNES, F. N. Fósforo. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ, V. V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. **Fertilidade do solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciências do Solo, 2007. p. 471-548.

OHASHI, A.Y.P. 2014. Crescimento e distribuição do sistema radicular de cultivares de cana-de-açúcar fertirrigadas por gotejamento subsuperficial. Dissertação (Mestrado) em Agricultura Tropical e Subtropical – Instituto Agrônomo. Campinas. 54p.

OLIVEIRA, F.A.; CARMELLO, Q.A.C.; MASCARENHAS, H.A.A. Disponibilidade de potássio e suas relações com cálcio e magnésio em soja cultivada em casade-vegetação. *Scientia Agrícola*, v.58, n.2, p.329-335, 2001.

OLIVEIRA, M. W.; TRIVELIN, P. C. O.; PENATTI, C. P.; PICCOLO, M. C. DECOMPOSIÇÃO E LIBERAÇÃO DE NUTRIENTES DA PALHADA DE CANA-DE-AÇÚCAR EM CAMPO. **Pesquisa Agropecuaria Brasileira**, v. 34, n. 12, p. 2359–2362, 1999.

OLIVEIRA, T. P. F. **Fisiologia da Propagação e Nutrição Mineral Associada ao Cálcio e o Boro em Plantas de *Toona ciliata* e *Cedrela fissilis***. f. 161. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, 2016.

OOSTERHUIS, D. M.; LOKA, D. A.; KAWAKAMI, E. M.; PETTIGREW, W. T. The physiology of potassium in crop production. **Advances in Agronomy**, v.126, p.203–233, 2014.

ORLANDO FILHO, J.; BOARETTO, A.E. & GLÓRIA, N.A. Adubação potássica em cana-de-açúcar: I – Efeitos na produtividade agrícola, qualidade da matéria-prima e longevidade. STAB Açúcar, Álcool Subpr., 12:22-26, 1993.

OTTO, R.; CASTRO, S.A.Q.; MARIANO, E.; CASTRO, S.G.Q.; FRANCO, H.C.J.; TRIVELIN, P.C.O. Nitrogen Use Efficiency for Sugarcane-Biofuel Production: What Is Next? **BioEnergy Research**, v. 9, n. 4, p. 1272–1289, 2016.

PENATTI, C. P. **Adubação da cana-de-açúcar - 30 anos de experiência**. 1. ed. Itu, SP, Brazil: Editora Ottoni, 2013. p. 34

PRADO, R.M. **Nutrição de plantas**. São Paulo, editora UNESP. 2008. 407p.

PRADO, R.M.; FERNANDES, F.M. Aspecto econômico do uso da escória de siderurgia na cana-de-açúcar durante cinco ciclos de produção. **Terra Latinoamericana**, v.23, n.3, p. 273-279, 2010.

ROBERTSON, F. A.; THORBURN, P. J. Management of sugarcane harvest residues: consequences for soil carbon and nitrogen. **Australian Journal of Soil Research**, v. 45, p. 13–23, 2007.

SAEG. Sistema para análises estatísticas. Versão 9.1. Viçosa: Fundação Arthur Bernardes, 2007.

SANTOS, F.; BORÉM, A. **Cana-de-Açúcar do Plantio à Colheita**. Viçosa: UFV, 2016. 290 p.

SANTOS, R.L.; FREIRE, F.J.; OLIVEIRA, E.C.A.; FREIRE, M.B.G.S.; WEST, J.B.; BARBOSA, J.A.; MOURA, M.J.A.; BEZERRA, P.C. Nitrate Reductase Activity and Nitrogen and Biomass Accumulation in Sugarcane under Molybdenum and Nitrogen Fertilization. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.43, n.1, p.1-19, 2019.

SCHULTZ, N.; REIS, V.M.; URQUIAGA, S. **Resposta da cana-de-açúcar à adubação nitrogenada**: fontes nitrogenadas, formas de aplicação, épocas de aplicação e efeito varietal. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2015. 52p.

SILVA, J. P. N. DA; SILVA, M. R. N. DA. Noções da Cultura da Cana-de-Açúcar. . Inhumas: [s.n.], 2012.

SILVA, M. A.; ARANTES, M. T.; RHEIN, A. F. L.; GAVA, G. J. C.; KOLLN, O. T. Potencial produtivo da cana-de-açúcar sob irrigação por gotejamento em função de variedades e ciclos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.18, n.3, p.241–249, 2014.

SILVEIRA, M. A. G.; VITUSSO, L.; MEDINA, N. H. Distribuição de potássio em cana-de-açúcar. **Brazilian Journal of Radiation Sciences**, v.3, p.1-8, 2015.

SOARES, R. A. B.; GARCIA, J. C.; ZANATTA, G. S. C. C.; BRITO, M. C. Produção da cana orgânica. In: DINARDO-MIRANDA, L. L.; VASCONCELOS, A. C. M.; LANDELL, M. G. A. **Cana-de-açúcar**. Campinas: Instituto Agrônômico, 2008. p. 763-790.

SOUZA, C.A.; VITTI, A.C.; SANQUETTA, C.R.; GAITAROSSA, E.C. Produção de biomassa da cana-de-açúcar por meio do uso de organominerais em cana planta e cana soca. **Scientific Journal**, v.1, n.1, p.38-43, 2016.

TAIZ, L., ZEIGER, E., MOLLER, I. M., MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. Artmed Editora, 2017.

TRIVELIN, P. C. O.; FRANCO, H. C. J.; OTTO, R.; FERREIRA, D. A.; VITTI, A. C.; FORTES, C.; FARONI, C. E.; OLIVEIRA, E. C. A.; CANTARELLA, H. Impact of sugarcane trash on fertilizer requirements for São Paulo, Brazil. **Sciencia Agrícola**, v. 70, n. 5, p. 345– 352, 2013.

VASCONCELOS, A.C.M; GARCIA, J.C. 2005. Desenvolvimento radicular da cana-de-açúcar. In: Cana-de-açúcar: ambientes de produção. Informações Agrônômicas nº 110. Potafos. p.1-5.

VIANA, T. V. A.; SALES, I. G. M.; SOUSA, V. F.; AZEVEDO, B. M.; FURLAN, R. A.; COSTA, S. C. Produtividade do meloeiro fertirrigado com potássio em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 25, n. 3, p. 460-463. 2007.

VITTI, A. C.; TRIVELIN, P. C. O. Adubação nitrogenada melhora vigor das soqueiras de cana-de-açúcar refletindo em produtividade e nos ciclos agrícolas subsequentes. **Pesquisa & Tecnologia**, v. 8, n. 95, p. 1-8, 2011.

VITTI, A. C.; TRIVELIN, P. C. O.; GAVA, G. J. C.; PENATTI, C. P.; BOLOGNA, I. R.; FARONI, C. E.; FRANCO, H. C. J. Produtividade da cana-de-açúcar relacionada ao nitrogênio residual da adubação e do sistema radicular. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, n. 2, p. 249-256, 2007b.

ANEXO



Figura 8. Coleta do terço médio da folha, destacando a nervura para avaliação nutricional na cana-de-açúcar.



Figura 9. Avaliação do sistema radicular da cana-de-açúcar.



Figura 10. Colheita da cana-de-açúcar (A) e corte manual da cana-de-açúcar (B).



Figura 11. Pesagem dos colmos com balança.



Figura 12. Cana-de-açúcar colhida.